

Über die Entwickelung des Auges und des Gehörorganes.

Von **Professor Dr. Engel.**

(Mit II Tafeln.)

Die Entwickelung des Auges sowohl wie jene des Gehörorganes fällt in eine ziemlich frühe Periode des Fœtallebens; nur macht der weiche, fast flüssige Zustand der inneren Theile des erstern, die fast vollkommene Durchsichtigkeit des letztern die Untersuchung schwierig und sind Ursache, dass die bisherige Entwickelungsgeschichte kaum etwas anderes enthält, als Angaben über die Zeit, wann die einzelnen Theile dieser Organe in die Erscheinung treten. Die hierin bestehenden Lücken auszufüllen, ist die Aufgabe der nachfolgenden Untersuchungen.

Ich beginne mit der Entwickelung des Auges.

Ich habe bereits in meinen früheren Abhandlungen nicht nur die Lage des Augenblastems genau bezeichnet, sondern auch ausdrücklich bemerkt, dass die Blasteme beider Augen gleich vom Ursprunge an, vollkommen getrennt sind. Der Augenkeim hat zwar in einem Verticalschnitte, nicht aber in einem Horizontalschnitte die rundliche Gestalt der gewöhnlichen Blasteme; die Ursache hievon findet sich, wie aus meinen früheren Untersuchungen hervorgeht, in der ursprünglichen Lagerung des Augenblastems gegründet. Mit der weiteren Entwickelung des Auges ändert sich aber wieder seine erste, minder regelmässige und mehr ovale Gestalt, und der Horizontalschnitt erhält die Form einer sehr langgedehnten Ellipse.

Dass an dem Augenkeime eine periphere und eine innere Lage oder Substanz deutlich unterschieden werden könne, ist auch in meinen früheren Abhandlungen nicht unerörtert geblieben, und es hatte sich durch Messungen und Rechnungen herausgestellt, dass das Augenblastem ganz nach denselben numerischen Gesetzen zu einem Keime sich entwickelt, wie andere Blasteme. So stellt sich demnach die Entwickelungsgeschichte des Auges in folgenden Grundzügen dar:

Die Fig. 1 sei die rundliche Blastemmasse des Auges, in der man eine Theilung in zwei kleineren Blastemmassen *A* und *B* gewahrt. Diesem ersten Vorgange folgt nun die Umbildung des ganzen Blastems zu einem Keime Fig. 2, worauf, indem die ursprüngliche Furchungslinie in der Mitte des Augenkeimes zum Theile verschwindet,

der ganze Keim die Fig. 3 annimmt. Diese Figur ist begreiflicher Weise die gleiche, mag man das Augenblastem im horizontalen oder im verticalen Durchschnitte betrachten, und jeder, der mit der Entwickelungsgeschichte einigermassen vertraut ist, wird einräumen müssen, dass sie keine erdichtete ist, sondern dass es in der frühesten Entwickelungsperiode wirklich den Anschein hat, als sei der Bulbus aus zwei rundlichen Hälften zusammengesetzt.

An der äusseren Schicht des Keimes, Fig. 3, bemerkt man nun gegen den vordern (äussern) Abschnitt des Auges hin, eine Abtheilung in das Stück *acb* und in das Stück *a b*. Diese Abtheilung ist sonach in der Entwickelungsgeschichte wohl begründet. Davon ward das Stück *ab* zur späteren Cornea, das Stück *a c b* dagegen zur Sclerotica, welche sonach an dem hinteren Theile des Bulbus eine kleine faltenartige Einstülpung bildet. Anfangs sind aber, wie bekannt, die Cornea und Sclerotica noch nicht von einander zu unterscheiden; diese Unterscheidung tritt erst später ein. Aus der eben angegebenen Entwickelungsgeschichte geht ferner hervor, warum die spätere Verbindung zwischen der Cornea und Sclerotica durch Aneinanderlagerung der schräg abgeschnittenen Ränder derselben erfolgt. Die Linie *ae*, welche nach dem eben Gesagten in der Entwickelungsgeschichte ihren Grund findet, ist die künftige Verbindungsfläche zwischen der Cornea und der Sclerotica. — Noch ist die Cornea vor die Sclerotica nicht vorgewölbt. Die später bleibende Wölbung beginnt erst dann, wenn das in der Mulde *d*, Fig. 2, sich entwickelnde Blastem, von dem alsogleich die Rede sein soll, einen grösseren Umfang gewinnt.

Dieses Blastem hat eine rundliche Form, Fig. 4, *d*, und erfüllt den grössten Theil der eben angegebenen Mulde. Es tritt gleichfalls frühzeitig auf, kann sehr leicht beobachtet werden, ist aber bisher immer irrig für das Blastem der Linse genommen worden. Seine Lage ist anfangs ganz symmetrisch; durch eine ungleich raschere Entwickelung der hinteren Hälfte des Augenblastems rückt es bei Hühnerembryonen rasch mehr gegen das vordere Ende des Bulbus, und ein Querschnitt durch letzteren, in der Horizontalebene geführt, zeigt dann die Gestalt Fig. 4.

Das im vordern Theile des Bulbus befindliche Blastem *d*, das ich von nun an das Augenkammer-Linsenblastem nennen werde, ist anfangs noch ganz homogen und dabei ziemlich flüssig; es hängt der

hintern Fläche der als künftigen Hornhaut gedeuteten Keimlage *ab* so an, so dass es von derselben nicht ohne Verletzung getrennt werden kann. Zu beiden Seiten desselben befinden sich noch kleine, gleichfalls mit plastischer Masse gefüllte Räume, Fig. 4 bei *e*, deren Durchschnitt eine dreiseitige Figur zeigt, während sie im Aufrisse das rundliche Augenkammer-Linsenblastem in Form eines in der Mitte durchlöcherten Kreises umgeben.

Die weiteren Vorgänge beruhen auf fortwährenden Furchungen. Zuerst spaltet sich das Blastem *d* — das Augenkammer-Linsenblastem — in senkrechter Richtung von vorne nach hinten, wodurch es im horizontalen Schnitte die in Fig. 5 bei *d* dargestellte Form darbietet. Es vergrössert sich zugleich in der auf der Furchungsebene senkrechten Richtung, dadurch wird auch die Keimlage *a b* — die künftige Cornea — mehr hervorgetrieben und der Bulbus nähert sich von nun an mehr seiner bleibenden Gestalt. So entsteht nun eine vordere (oder äussere), und innere (oder hintere) Abtheilung des Augenkammer-Linsenblastems *d*; beide diese Abtheilungen sind durch eine, gegen die Mitte allmählich dünner werdende Furche *e f*, Fig. 5, von einander geschieden. Ich habe in der Fig. 6 dieses Augenkammer-Linsenblastem in vergrösserten Dimensionen abgebildet. Die das ganze durchziehende Furche besteht aus 3 Theilen, *ea*, *ab*, *bf*, deren Blastem nun auch in 3 von einander unterscheidbare Theile, die sich später zu Membranen umstalten, zerfällt. Die Durchschnittsfiguren *ea* und *bf* gehören dem Blasteme der Regenbogenhaut, die Durchschnittsfigur *ab* dem Blasteme der sogenannten Pupillarhaut an, einem Theile, der, wie bekannt ist, nur während der Periode des Fœtallebens zu functioniren bestimmt ist.

Das Blastem der Iris stellt somit eine kreisförmige, in der Mitte durch eine rundliche Öffnung durchbrochene Scheibe dar, welche an ihrem äussersten Rande (bei *e*) bedeutend dicker ist als an ihrem inneren bei *a*, wo sie sich ohne bestimmbare Grenze in die *Membrana pupillaris* verliert. Von den beiden Räumen *A* und *B*, Fig. 6, in welche das Innere des früheren Augenkammer-Linsenblastems zerfällt, ist der vordere, *A*, nichts anderes, als der Raum der vordern Augenkammer, der hintere, *B*, dagegen zur Entwickelung der Krystall-Linse bestimmt; das in dem Raume *A* angehäufte Blastem ist anfangs noch dickflüssig und spaltet sich wieder in eine periphere und centrale Lage; es entsteht hierdurch die Durchschnittsfigur (Fig. 7).

Der centrale Theil dieses Blastems *A*, wird aber durch allmähliche Verflüssigung zum *Humor aqueus*, die periphere Schicht dagegen zu einer, die vordere Augenkammer hautartig überziehenden Auskleidung, welche mit den anliegenden Theilen verschmilzt. So bildet sie von *a* nach *b* einen Theil der Demours'schen Haut; eine Art von Epithel aber an den Stellen; wo sie über die vordere Fläche der Iris hinüberstreift.

Aber auch die mehr gegen den Mittelpunkt des Bulbus liegende Blastemmasse *B* hat mittlerweile eine Veränderung erfahren; sie hat sich zum Keime gestaltet und ist daher in eine periphere und eine centrale Lage zerfallen, Fig. 7. Die periphere Schicht bildet die spätere Linsenkapsel; der centrale Theil nach abermaliger und mehrfacher Furchung dagegen die Linse selbst. Die Linsenkapsel erscheint um so dicker, je jünger der Fœtus ist.

Dort wo sich die beiden Blasteme *A* und *B* berühren, platten sie sich ab, Fig. 7. Diese Abplattung kann bleibend sein, und so erscheint namentlich bei der menschlichen Linse die vordere Fläche mehr abgeplattet als die hintere, welche letztere in eine trichterartig vertiefte Mulde sich hineinsenkt.

Diese ganze Darstellung, welche auf entsprechenden Durchschnittsfiguren fusst, erklärt nun ungezwungen manche, sonst äusserst räthselhafte Vorgänge während der Bildung des Sehorganes, belehrt uns über die Ursache der Anwesenheit mancher Gebilde im Innern des Auges, und eignet sich auch ganz besonders dazu über die Missbildungen am Auge Aufschlüsse zu verschaffen.

Namentlich wird das Verhalten der *Membrana pupillaris* und der *Membrana capsulo-pupillaris* aus dem Bereiche blosser Vermuthungen in den Kreis einer genaueren Untersuchung über Form, Ausbreitung und Ursache gezogen. — Die Kapselpupillarhaut ist nämlich nichts Anderes als die äusserste hautartige Lage des ganzen Augenkammer-Linsenblastems, und bildet daher anfangs gleichsam einen rundlichen, allseitig geschlossenen Sack. Durch die behufs der Irisbildung eintretende Spaltung, erhält sie die Form eines in seiner Mitte quer eingeschnürten Sackes, der in der vordern Augenkammer, allwo er mit der Cornea und der Demous'schen Haut ununterbrochen zusammenhängt, beginnt, über die vordere Fläche der Iris zur Pupille, durch diese in die hintere Augenkammer sich erstreckt, von da zum Rande der Linsenkapsel sich verlängert, und die Linse auch an ihrer

hinteren Seite umfasst. Die Wachendorf'sche Haut ist ein Gebilde, wie die eigentliche *Membrana capsulo-pupillaris*, mit der sie auch der Zeichnung und Entwickelung zufolge im unmittelbaren Zusammenhange steht. Sie ist, wie sich aus meiner Darstellung ergibt, ein nothwendiges Mittelglied in der Kette der Vorgänge der Linsen- und Iris-Entwickelung, und hat daher, wenn diese Theile sich weiter entwickeln, auch ihre Bestimmung erfüllt.

Während nun in der vordern Mulde des Auges die Linse mit ihren Hüllen und die Iris mit der *Membrana capsulo-pupillaris* sich gebildet hat, ist auch die Entwickelung der Chorioidea vor sich gegangen. Der Inhalt des Raumes ***B***, Fig. 3, hat sich mittlerweile wieder zu einem regelmässig geformten Blasteme gestaltet; vermöge dieser seiner regelmässigen Gestalt ist aber dieses Blastem nicht geeignet den ganzen ihm dargebotenen Raum zu erfüllen. Es bleibt sonach beiderseits am Augenkammer-Linsenblasteme ein ungleich dreiseitiger Raum *mn*, Fig. 8, der nach einwärts an die künftige Linse, nach auswärts an das Blastem der Sclerotica ragt, welches er mit seiner äusseren Fläche berührt. Das in dem Raume *mn*, abgelagerte Blastem organisirt sich unabhängig von dem Blasteme ***B***, bildet sonach einen Ring oder Gürtel, welcher die Linse umschliesst, und wird zum späteren *Ligamentum ciliare*; dessen Entwickelung mithin zwar zum Theile durch die Entwickelung der Chorioidea bedingt ist, das sich aber in anderer Beziehung als ein ganz unabhängiger Theil verhält.

Durch eine weitere Spaltung und Keimbildung der Blasteme ***B***, Fig. 8, entsteht aber nun im Innern des Auges eine neue Veränderung, deren Ergebniss die Bildung der Chorioidea ist (Fig. 9). Man sieht in dieser Figur bei *mn* den Durchschnitt des Blastems für das *Ligamentum ciliare*; ***C***, ***D*** sind die neuen Blastemmassen, welche durch Spaltung des Blastems ***B*** entstanden sind, die äussere Lage dieser beiden kugelförmigen Keime, nämlich die Lage *acb* wird zur bleibenden Membrane und zwar zur Chorioidea während die hautartige Blastemlage von *a* nach *b* selbst wieder spurlos verschwindet. So entsteht nun die Figur 10. Man sieht hier wieder bei *mn* den Durchschnitt des künftigen *Ligamentum ciliare*, die Keimlage *abc* ist zur Chorioidea geworden, und schliesst sich bei den Punkten *a* und *b* an das Linsenblastem, von dem Punkte *m* nach *n*, an das Blastem des *Ligamentum ciliare*; die Blastemschicht *dc*, Fig. 9, scheint nur bei

den Vögeln zurückzubleiben und hier jenes Gebilde im Innern des Auges darzustellen, das unter dem Namen des Kammes bekannt ist. Beim Säugethiere verschwindet sie vollständig und das in dem Raume *E*, Fig. 10, abgelagerte Blastem geht nun einer weitern Metamorphose entgegen.

Diese Metamorphose besteht in einer neuen Theilung des im Raume *E* befindlichen Blastems. Und hier treten wieder ähnliche Verhältnisse auf, wie die bereits oben bei der Entwickelung der Chorioidea besprochenen. Vermöge der unregelmässigen Form des Raumes *E*, Fig. 10, wird das regelmässige Blastem, das sich in diesem Raume entwickelt, beiderseits an dem hereinragenden Augenkammer-Linsenblasteme einen schmalen Raum frei lassen, dessen Durchschnittsfigur bei *op*, Fig. 11, zu sehen ist. Das in diesem Raume befindliche Blastem umgibt daher nun in Gestalt eines flachen Ringes die mittlerweile entstandene Linse, organisirt sich unabhängig von dem andern Blasteme, und bildet bei seiner weiteren Entwickelung die sogenannte *Zonula Zinnii.* Diese Zonula hat, dem Raume entsprechend in dem sie entsteht, im Durchschnitte eine ungleich dreiseitige Form, wendet eine Kante nach auswärts, wird gegen das Augenkammer-Linsenblastem etwas dicker, und liegt gerade hinter dem Blastem des *Ligamentum ciliare.* Durch eine fortgesetzte Theilung zerfällt wieder das im Raume *op* befindliche, ringartig die Linse umgebende Blastemstratum in eine Reihe untergeordneter Blastemmassen, Fig. 12 *B*, welche die Linse strahlenartig umgeben, Fig. 12. Einzelne dieser Strahlen unterliegen oft neuerdings einer Furchung, und erscheinen daher nicht selten kartenherzförmig, wie in der Fig. 12 *a*. Jeder einzelne dieser Strahlen hat eine fast ovale Form, ist mit dem schmäleren Pole der Linse zugewandt, zeigt in seiner Mitte Pigment, welches von einem hautartigen Saume umgeben ist, und bietet, wie sich bald ergeben wird, die numerischen Verhältnisse eines Keimes dar, so dass auf eine gleiche Entwickelung wie bei andern Keimen mit Recht geschlossen werden darf.

Ähnlich nun wie bei der Bildung der Chorioidea aus dem Blasteme *B* verfährt die Natur bei der Bildung der Retina aus dem Blasteme *E*; die Keimlage *abc*, Fig. 11, wird allmählich zur Retina, welche nach rückwärts bei *b* eine kleine Einstülpung als Rest der ursprünglichen Blastemfurchung behält, die dann zur bleibenden *Plica centralis* zu werden scheint Von *a* nach *c* wird dieses Retina-

blastem ebenso wie jenes der Chorioidea unterbrochen bleiben, und sich hier an das Blastem der Linse anlegen, mit dem es dann innig sich verbindet.

Das in dem nun zurückgebliebenen Raume *F*, Fig. 11, befindliche Blastem unterliegt einer abermaligen und letzten Furchung. Hierdurch entsteht nicht nur wieder eine den ganzen Keim umhüllende äussere Lage, welche sich später zur *Membrana corporis vitrei* gestaltet, sondern die Furchungsmulde *ab*, Fig. 13, ist auch bis zur Zeit der Geburt beim menschlichen Fœtus permanent, und bildet einen das Innere des Glaskörpers (denn dazu wird das Blastem *F*) durchziehenden Canal, der zur Aufnahme der *Arteria corporis vitrei* bestimmt ist. So scheint sich daher die *Membrana corporis vitrei* bei dem Punkte *a* gegen ihre Höhle einzuzustülpen; die Stelle *a* ist unter dem Namen der *Area Martegiana* bekannt. Selbst die Abtheilung des Glaskörpers in mehrere Zellen aus dem angeführten Principe zu erklären, würde keine schwierige Aufgabe sein.

Die Entwickelung der Krystall-Linse habe ich zwar nicht weiter verfolgt, doch wird es leicht sein, eine allen Anforderungen genügende Theorie zu geben. Diese Theorie wäre folgende:

Durch Furchung und neue Blastembildung würde die Linsenmasse in 3 oder 4 Abtheilungen Fig. 14, 15 zerfallen, und durch gegenseitige Abplattung derselben in die Form Fig. 16 übergehen. Durch eine abermalige Spaltung und Abplattung der einzelnen Theile würde dann das ganze Linsenblastem in 8 Abtheilungen zerfallen, Fig. 17; eine weitere Theilung lieferte 16 verschiedene Segmente, u. s. f. welche alle in 4 oder 3 grossen Segmenten enthalten wären, so dass endlich durch eine letzte Spaltung die Figur 18 entstünde.

Denkt man sich nun dem Laufe der Theilungsfurchen entsprechend den Lauf der Linsenfasern, so sieht man aus der letztgenannten Figur die Faser-Anordnung wie sie sich in ausgebildeten Linsen des Menschen wirklich zeigt, und zugleich ist der Grund dieser Anordnung klar und offen zu Tage gelegt; ja noch mehr, es ist hiermit eigentlich eine Anleitung gegeben, nach der die ganze Faserung aufgefasst und studirt werden kann, und nach der die Lücken, welche noch in der anatomischen Untersuchung bisher geblieben sind, ergänzt werden können, wohin z. B. namentlich die Frage über die Form des Linsenkernes gehört, der in der Zeichnung, Fig. 18, in 16 Strahlen ausläuft.

Sonach lassen sich alle Einzelheiten des anatomischen Baues auf die ersten und einfachsten Entwickelungsgesetze zurückführen, und es dürfte wohl kaum einen Punkt in der Anatomie des Auges geben, dessen Erklärung nicht mit Leichtigkeit aus derselben Quelle abgeleitet werden könnte.

So wenig nun nach dem Bisherigen das Auge eine Ausstülpung der Hirnblase ist, so wenig die Krystall-Linse durch eine Einstülpung der vordern Augenhaut entstanden ist, ebenso wenig ist der Sehnerv als eine Ausstülpung oder Verlängerung der Nervenmarkröhre zu betrachten. Die Entstehung desselben kann in keiner andern Weise als in einer solchen gedacht werden, welche dem bisher entwickelten Bildungsgange conform ist.

Meine Beweise für die vorgetragenen Ansichten beruhen, abgesehen von der völligen Übereinstimmung der schematischen Formen mit den angefertigten Präparaten wieder in Messungen und darauf begründeten Berechnungen.

In der beigegebenen Tabelle habe ich nicht allein derartige Messungen über den ursprünglichen Augenkeim, sondern auch über das Verhältniss der äusseren Augenhaut zum Durchmesser des Auges gegeben, und es erübriget jetzt nur noch einzelne Theile im Innern des Bulbus einer ähnlichen Beobachtung zu unterwerfen.

Das Verhältniss der Grösse des Augenkammer-Linsenblastems zur Grösse des ganzen Bulbus ist, wie man sich auch durch die oberflächlichste Beobachtung leicht überzeugen kann, in den verschiedenen Entwickelungsperioden sehr verschieden, aber wohl immer ein solches, dass das allgemeine Entwickelungsgesetz an demselben durchleuchtet. Ich habe in dieser Beziehung mehrere Messungen gemacht, welche ich im Folgenden mittheile.

1. Fall. Der Durchmesser ab des ganzen Auges ist 465, der entsprechende Durchmesser cd des Augenkammer-Linsenkeimes 189. Es ist aber $ab = 2cd + \frac{1}{2}cd = 378 + 94 \cdot 5 = 472 \cdot 5$. Dasselbe Auge in einer auf der früheren senkrechten Richtung gemessen, gibt für die Breite ef des Bulbus $171 \cdot 5$, für die Breite des Augenkammer-Linsenblastems gh 69. Es ist aber wieder $ef = 2gh + \frac{1}{2}gh = 138 + 34 \cdot 5 = 172 \cdot 5$.

2. Fall. Der lange Durchmesser eines Bulbus beträgt 270; jener des Augenkammer-Linsenblastems 134; ersterer ist sonach doppelt so gross als letzterer.

3. Fall. Langer Durchmesser *ab* des Bulbus ist gleich 660; der lange Durchmesser *cd* des Augenkammer-Linsenblastems 249. Es ist aber $ab = 2\,cd + \frac{2}{3}cd = 498 + 166 = 664$.

4. Fall. Langer Durchmesser *ab* des Bulbus 690; jener *cd* des Augenkammer-Linsenblastems 297, folglich ist $ab = 2cd + \frac{1}{3}cd = 693$.

5. Fall. Langer Durchmesser *ab* des Bulbus 763, jener (*cd*) der Linse 219. Es ist daher $ab = 3\,cd + \frac{1}{2}cd = 657 + 109{\cdot}5 = 766{\cdot}5$ u. s. w.

Man sieht schon aus dieser kurzen Übersicht, dass die Grössenverhältnisse zwischen den beiden mehrgenannten Durchmessern um so einfacher sind, je weniger die Entwickelung vorgerückt ist, und man wird vielleicht den Schluss ableiten können, dass der Durchmesser des Bulbus entweder ein genaues Multiplum (das 2-, 3- oder 4-fache) vom Durchmesser des Augenkammer-Linsenblastems ist, oder dass das Verhältniss des ersten zum letztern durch einen unechten Bruch ausgedrückt werden kann, dessen Nenner 2, 3 oder 4 ist, dessen Zähler aber um so grösser wird, je weiter die Entwickelung des Auges fortschreitet. Der Grund dieser Grössenzunahme dürfte in dem zu suchen sein, was ich bereits an einem andern Orte über das successive Wachsthum der Markcanäle des Knochens gesagt habe, dass nämlich bei jeder neuen Blastemtheilung die neue Blastemmasse um die Grösse des Markraumes der ältern Blastemmasse grösser ist als diese letztere.

Ich habe aber auch noch andere Messungen vorgenommen, um das Verhältniss der Wände zum eingeschlossenen Raume des Augenkammer-Linsenblastems in das gehörige Licht zu stellen, d. h. um die Keimform dieses Gebildes zu beweisen. Zu diesem Behufe wurde einer der Hauptdurchmesser des Augenkammer-Linsenkeimes, dann der gleichnamige Durchmesser des Markraumes dieses Keimes gemessen, und aus diesen Messungen die Grösse des Markraumes nach den mehrmal angeführten Grundsätzen berechnet. Eine ähnliche Rechnung hatte ich zwischen der Linse und ihrer Kapsel ausgeführt, indem ich beide als zu einem Keime gehörig, und zwar letztere als die Wand dieses Keimes, erstere als das im Markraume eingeschlossene Blastem betrachtete. Endlich nahm ich auch an 2 Abtheilungen der *Zonula Zinnii* diese Rechnung vor, und auch sie führte zu ent-

sprechenden Resultaten. Rücksichtlich der Bedeutung der in der folgenden Tabelle gebrauchten Bezeichnungen wolle man sich in den Abbildungen orientiren.

Gefunden	Berechnet			Berechnete Grösse *cd*
	Aussen-wand *A*	Innen-wand *B*	Mark-raum *C*	
a. Augenkammerlinsenkeim; Durchmesser *ab*, Lumen *cd*. Fig. 8.				
ab 47·5 *cd* 44·0	18·43	18·43	37·86	$C+\left(\frac{B-1}{3}\right)=43·67$
ab 133·5 *cd* 66·5	67·2	33·11	33·11	$C+B=90·0$
ab 161·5 *cd* 98·0	40·125	40·125	81·25	$C+\left(\frac{B-1}{3}\right)+1=95·28$
ab 189·0 *cd* 149·0	62·66	63·66	62·66	$C+B+\left(\frac{A-1}{3}\right)+1=147·88$
ab 198·0 *cd* 133·5	65·66	66·66	65·66	$C+B=132·33$
ab 222·0 *cd* 186·0	73·66	74·66	73·66	$C+B+\left(\frac{A-1}{3}\right)+1=185·66$
ab 249·0 *cd* 163·5	83·66	82·66	83·66	$C+B=165·33$
ab 320·0 *cd* 213·0	106·33	107·33	106·33	$C+B=213·66$
b. Linse und deren Kapsel; äusserer Durchmesser *ab*, innerer *cd*.				
ab 550·0 *cd* 522·0	137·25	137·25	275·5	$C+B+3\left(\frac{A-1}{4}\right)+1=518·93$
ab 630·0 *cd* 579·0	209·66	210·66	209·66	$C+B+3\left(\frac{B-1}{4}\right)+1=577·81$
c. Keime der Zonula Zinnii. Fig. 12, *B*.				
ab 21·4 *cd* 6·8	6·8	7·8	6·8	$C=6·8$
ab 26·5 *cd* 10·766	8·5	9·5	8·5	$C+\left(\frac{B-1}{4}\right)=10·625$

Zwischen der Breite der *Zonula Zinnii* und dem in derselben Richtung gewonnenen Durchmesser der Linse scheinen gleichfalls sehr einfache numerische Relationen zu bestehen. So mass in einem Falle die Zonula in der Richtung des einen Durchmessers $ab = 115$, die Linse mit ihrer Kapsel in dem in gleicher Richtung verlaufenden Durchmesser $cd = 463$. Es ist somit $ab = \frac{5}{2}\, cd$. Solche Resultate müssen nach dem, was über die Entwickelung der *Zonula*

Zinnii gesagt worden ist, erwartet werden. Nicht minder einfache Verhältnisse wird die Weite der Pupille zum grössten Durchmesser des Iris-Ringes darbieten — wie nach dem eben Erörterten selbstverständlich ist.

So lange das Auge noch die Bedeutung eines einfachen Keimes hat, ist es von einem Blutgefässe ringförmig umgeben, welches anfangs nur eine Gefäss-Schlinge in's Innere des Augenkeimes sendet. Ich glaube nun, dass es nicht besondere Schwierigkeiten machen würde, schon in den ersten Stadien der Entwickelung in den verschiedenen Theilungsfurchen, die am Augenkeime vorkommen, den Gefässen, Nerven und Muskeln ihre Bahn genau zu bezeichnen, muss jedoch eine derartige Untersuchung einer spätern Musse vorbehalten.

Die Entwickelung des Gehörorganes.

(Hiezu Taf. II.)

Die Entwickelung des Gehörorganes gehört zu den am wenigsten bekannten Gegenständen in der Entwickelungsgeschichte. Der Grund davon liegt, wie bereits bemerkt, in der grossen Durchsichtigkeit, welche die einzelnen Theile dieses Organes selbst dann noch zeigen, wenn sie schon einen hohen Grad von Ausbildung erlangt haben, und die ihnen auch durch längeres Einwirken von Weingeist nicht ganz entzogen werden kann. Ein weiterer Grund ist aber auch die Gleichartigkeit der das Gehörorgan umgebenden und der dasselbe zusammensetzenden Theile, wodurch ein Präpariren sowohl mit, als ohne Anwendung von Vergrösserungs-Apparaten erhebliche technische Schwierigkeiten bietet. Einen Theil dieser Schwierigkeiten glaube ich nun überwunden, und so viel zusammengehörige Einzelheiten in der Entwickelung aufgedeckt zu haben, dass es mir möglich wird, die Hauptlinien des Entwickelungsganges hier zu zeichnen, welche als Grundlage späterer Detailarbeiten dienen können.

Dass die erste Form des Gehörorganes ein bläschenartiger Keim sei, der aus einem anfangs homogenen Blasteme durch Spaltung hervorgegangen, ist bereits in einer früheren Abhandlung mit den zu dieser Annahme berechtigenden Beweisen hervorgehoben worden, auch habe ich nicht unterlassen, die Stelle genau zu bezeichnen, welche den Gehörkeim aufzunehmen bestimmt ist.

Durch die Spaltung des Inhaltes dieses Keimes, übergeht die rundliche Form des Gehörkeimes in eine biscuitartige, Fig. 1, aus

der sich durch eine abermalige Furchung die Fig. 2 herausbildet. In dieser Figur sieht man bei *m* eine vierseitige, später rundliche Mulde, welche sich nach innen, d. h. senkrecht auf die Ebene des Papiers etwas trichterförmig verengert, wie aus einem nach der Linie *ab* geführten Durchschnitte ersichtlich wird (Fig. 4), wo wieder *m* die Durchschnittsfigur dieser Mulde ist. Ein zweiter nach der Linie *ef* geführter, und auf der Ebene des Papiers senkrechter Schnitt würde eine ähnliche Figur wie 4 zeigen. Ich werde diesen Raum von nun an den Paukenraum oder die Paukenmulde heissen; denn er ist hauptsächlich für die Entwickelung der Paukenhöhle mit den daselbst eingeschlossenen Theilen bestimmt. Der Paukenraum besitzt sonach die Gestalt eines Trichters oder eines Kegels, dessen Basis bei normaler Stellung des Hörblastems gerade nach aussen sieht. Er ist anfangs im Verhältnisse zu den andern ihn umgebenden Theilen sehr klein. Das in ihm enthaltene Blastem ähnelt einer dickflüssigen Gallerte, und wird daher bei den Untersuchungen, wegen seiner scheinbaren Formlosigkeit meistens übersehen. Es formt sich später zu einer mehr abgegrenzten rundlichen Masse und dadurch erhält das ganze Paukenblastem im Aufrisse die Form Fig. 3, im horizontalen Durchschnitte die Form Fig. 5, wo *m* überall das Paukenblastem darstellt; dieser Name wird sofort beibehalten werden. Die weitere Entwickelung dieses Paukenblastems gehört zu den interessantesten Gegenständen der ganzen Entwickelungsgeschichte; hiervon später.

Verfolgt man weiter die Entwickelung des Hörblastems auf einem horizontalen Schnitte, so stösst man zunächst auf die Figur 6. Man sieht hier bei *A* einen mit Blastemmasse erfüllten Raum, dessen Entstehung durch eine neue in verticaler Richtung erfolgte Furchung der Blasteme *B* und *C* zu erklären ist, wie aus der mehr schematisch gehaltenen Fig. 5 deutlich hervorgeht. Dieser anfangs winkelige, später mehr rundliche Raum verdient Beachtung als künftiger Vorhof; nach vorne öffnet er sich mittelst eines kurzen Ganges *a* in die Paukenmulde, nach hinten führt ein kurzer, kegelartig verjüngter Gang *D* zu demselben; dieser Gang ist der spätere *Porus acusticus internus.*

Die Räume *B* und *C* sind nach diesen verschiedenen Furchungen zur Aufnahme neuer Blasteme bestimmt, von denen das am Kopfe nach hinten liegende Blastem *B* den Namen des Bogenblastems, das

Blastem *C* dagegen, den Namen des Schneckenblastems führen soll; denn das erstere gibt in der That den Bogengängen, das andere der Schnecke die Entstehung.

Die Gestalt des ganzen in der Entwickelung so weit vorgerückten Gehörkeimes richtet sich später ganz nach der Form des Raumes, in welchem der Gehörkeim entstanden ist. Dieser Raum ist aber, wie aus den früheren Abhandlungen bereits bekannt ist, kein anderer als die Mulde, welche sich zwischen den Nackenhöcker des Fœtus und der Masse des ersten und zweiten Kiemenbogens gebildet hat, jener Raum nämlich, den ich bei *c* in der 159. Figur abgebildet habe, wo *A* den horizontalen Durchschnitt der Nackenblase, *B* jenen der Kiemenbogenmasse darstellt. Ungleiche Entwickelung der Blasteme *A* und *B* gibt später auch dem Raume *c* eine andere Gestalt, das in demselben entwickelte Hörbläschen passt sich diesem Raume an, und erscheint nun im Horizontalschnitte in der unter der Fig. 7 dargestellten Weise.

In den Figuren 5, 6, 7, welche Horizontalschnitte durch's ganze Gehörblastem bedeuten, sind zwischen dem Paukenblasteme *m* und den beiden andern Blastemmassen *B* und *C*, vermöge der rundlichen Form dieser Massen noch zwei Räume, *r* und *s*, die theilweise zur Entwickelung neuer Blasteme bestimmt sind. Das dem Raume *r* angehörige Blastem behält die dort gezeichnete horizontale Durchschnittsfigur und entwickelt sich später zur *Eminentia papillaris* oder *pyramidalis*, welche den *Musculus stapedius* aufzunehmen bestimmt ist; in dem Raume *s* dagegen, entsteht die *Tuba Eustachii*. Derselbe erscheint aber bei sehr jungen Embryonen, als eine weit klaffende Communication der Paukenhöhle mit dem Innenraum der Kiemenbogenmasse (der späteren Mund- und Rachenhöhle). Dieser Raum *s* ist aber auch bei ganz kleinen Embryonen nicht leer, sondern mit zäher gallertartiger Blastemmasse vollgefüllt, wodurch eben seine Abgrenzung von dem Raume des Blastems *m* so bedeutend erschwert wird.

Nach diesem übergehe ich zur Entwickelung des im Raume *B* befindlichen Blastems, dem ich oben den Namen des Bogenblastems gegeben habe.

Gleich jedem andern Blasteme bildet auch dieses anfangs eine homogene, durchsichtige, rundliche Masse, dessen weitere Entwickelung nur auf dem Wege einer fortgesetzten Furchung möglich ist. Diese Furchungen sind dreifach:

Zur Verdeutlichung dieser dreifachen Furchung wird es nothwendig, das Bogenblastem bald in der Frontansicht, bald in einer Horizontalprojection zu untersuchen. Eine solche Horizontalprojection sei nun die Figur 7, wo die hier sichtbare obere Fläche des Bogenblastems in der Ebene des Papiers liegend, gedacht werden soll. Die erste Furchung ist nun senkrecht auf diese Ebene und so entsteht ein Muldengang *ab*, der im Frontaufrisse (Fig. 8), das ganze Blastem bogenartig umgreift, und zwischen den Punkten *a* und *b*, (Fig. 8), ohne deutliche Grenze in das Blastem *A* des Vorhofes übergeht. Durch eine ungleiche Entwickelung der beiden Blasteme *M* und *N* (Fig. 7) entsteht später die Form (Fig. 9). Das Blastem *N* ist keiner weitern Furchung unterworfen, und entwickelt sich später zur Knochensubstanz; das Blastem *M* dagegen unterliegt einer neuen Furchung, welche parallel der Ebene des Papiers, aber in einer etwas grösseren Tiefe erfolgt, daher in der Frontansicht bei *cd*, (Fig. 10), in der Horizontalprojection als eine Ellipse *cd* (Fig. 11) gesehen werden kann; bei *d* schliesst sich diese Furche an den Raum des Vorhofsblastems an. Durch eine ungleiche Entwickelung der beiden Blasteme *O*, *P* (Fig. 10), rückt wieder die Furche *cd* mehr aus der mittlern symmetrischen Lage und die Frontansicht bietet dann die Form Fig. 12 dar. Von den beiden Blastemen *O* und *P* unterliegt das untere *P* keiner neuen Furchung, wohl aber das obere Blastem *O*. Man hat daher in der Frontansicht die Form (Fig. 12), wo *ef* die neue Furche zwischen den neuen Blastemen *R* und *S* darstellt. Ungleiche Entwickelung der beiden Blasteme *R* und *S* bringt auch die Furche *ef* aus ihrer mittleren symmetrischen Lage, und es entsteht sonach die Fig. 13 im Frontaufrisse, die Fig. 14 in der horizontalen Projection.

In den sogenannten Mulden entwickeln sich die bogenförmigen Canäle. Es könnte scheinen, dass diese Bogencanäle anfangs dreiseitige Rinnen seien, die sich erst später von beiden Seiten her überwölben und dann schliessen. Dies ist auch die bisher gangbare Ansicht über die Entwickelung der Bogengänge, sie beruht aber auch wieder auf einer ähnlichen Täuschung wie jene ist, der man bei der Bildung des Darmcanales so leicht ausgesetzt ist; man hält nämlich die Mulde, in der der Canal erst entstehen soll, für die erste Anlage dieses Canales selbst. Das in diesen Mulden befindliche Blastem ist aber noch lange durchsichtig und schattenlos, während

die in seiner Umgebung befindlichen Blastemmassen in ihrer Entwickelung zur Knochenmasse bereits weiter vorgeschritten sind, und daher ihre vollkommene Durchsichtigkeit zum Theile verloren haben; dieser Umstand ist es namentlich, welcher zu der eben erwähnten Täuschung Veranlassung gibt.

Das in den Mulden enthaltene Bogenblastem erscheint gleich anfangs als solider Cylinder; durch fortwährende Schichtenspaltung entwickelt sich hieraus nach denselben Gesetzen ein Canal, welche auch bei der Bildung anderer Canäle gelten. Es muss daher auch ein bestimmtes, numerisch ausdrückbares Verhältniss zwischen der Wanddicke und dem Lumen einer Bogenröhre, so wie zwischen dem (anfangs) knorpeligen und dem häutigen Theile derselben bestehen, ein Verhältniss, das aus dem allgemeinen Entwickelungsgesetze abzuleiten sein wird.

Nimmt man nun die beiden Hauptansichten des ganzen Bogenblastems, die horizontale Projection und den Stirnaufriss, so stellt sich, den angegebenen Mulden entsprechend, der Lauf der drei Bogenröhren in folgender Weise heraus:

In dem ganz senkrecht aufgestellten Bogenblasteme (Fig. 15), beginnt ein Bogengang bei dem Punkte *b*, läuft dann in der Ebene des Papiers bogenartig am Rande des ganzen Blastems nach *a'* und von hier nach *a*; bei dem Punkte *b* und *a* mündet er in den künftigen Vorhof ein. Er ist in dieser Entwickelungsperiode der längste aller Bogengänge, bleibt aber bei seiner späteren Ausbildung etwas zurück, und wird beim Menschen zum innern oder untern Bogengang. Sieht man auf das Bogenblastem von oben, so erscheint dieser Gang an der obern Fläche dieses Blastems (Fig. 16), in der Strecke von *b* nach *a'*.

Ein anderer Bogengang beginnt bei dem Punkte *e* (Fig. 15), wo er mit dem obern Schenkel des eben bemerkten Bogenganges zusammenhängt; er hat die Form eines Halbkreises dessen Ebene senkrecht auf der Ebene des Papiers steht, und biegt gegen den Punkt *f* hin, wo er mit dem andern oder dritten Bogengang zusammenzufliessen scheint. Von der obern Fläche des Gehörblastems sieht man seine Lage von *f* nach *e* (Fig. 16). Der Grösse nach ist er in den ersten Stadien der Entwickelung der zweite. Die Punkte *e* und *f* sind seine Vorhofsmündungen.

Der dritte Bogengang, zugleich der kleinste von allen, steht, Fig. 15, gleichfalls senkrecht auf der Ebene des Papiers, und senk-

recht auf der Ebene des 2. Bogenganges. Er hat auch die Form eines Halbbogens, wie aus seiner Projection bei Fig. 14 und 11 ersichtlich ist, wo er bei *m* und *n* in das Blastem des Vorhofes übergeht. Sieht man jedoch bei vertical gestelltem Gehörblasteme von oben her auf diesen Gang, so wird sein innerer Schenkel zum Theile von dem Gange *a b* verdeckt, und man sieht von ihm daher nur den Quadranten *d c* (Fig. 16). Dieser Gang wird beim Menschen zum äussern oder horizontalen Bogengang.

Die von mir gegebene Erklärung reicht daher hin, um alle Einzelheiten in der Lage und dem Verlaufe auf das Befriedigendste aufzuhellen; ein genaueres Detailstudium wird selbst den Grund für manche andere Umstände, wie z. B. für die Ampullenbildung anzugeben vermögen.

Die verschiedenen Blastemkugeln, zwischen denen die Bogenröhren entstanden sind, werden entweder zu jener porösen Knochenmasse verwendet, welche die Zwischenräume zwischen den einzelnen Blastemen ausfüllt; so die Blasteme ***R***, ***P***, z. B. Fig. 12, 13, oder sie bleiben als gallertartige, oder weichfaserige Masse in der Umgebung der Bogenröhren, so das Blastem ***S***, welches beim menschlichen Fœtus zur Zeit der Geburt noch knorplig ist, und erst nach derselben vollends verknöchert.

Auch bei der Entwickelung des Schneckenblastems hat die Natur an dem bisher befolgten Gesetze unbedingt festgehalten, und so sehen wir jeder weitern Entwickelung eine mehrfache Blastemspaltung vorausgehen, worauf erst die eigentliche Ausführung der verschiedenen Theile beginnt. Der Entwickelungsgang ist nun folgender:

Die erste Anlage der in dem Raume *C* (Fig. 5), sich entwickelnden Schnecke ist ein elliptisches Blastem, dessen Form und Lage man bei *C* (Fig. 6, 7) in der horizontalen Projection wahrnimmt, dessen Gestalt im Frontaufrisse bei ***B*** (Fig. 3), zu sehen ist. Zur besseren Handhabung des Ganzen, wird es zweckmässig sein, sich das Schneckenblastem im isolirten Zustande zu denken, und es stelle nun die Fig. 17, eine solche Horizontalprojection dar.

Der erste Vorgang ist nun ein senkrecht auf der Ebene des Papiers erfolgender Spaltungsprocess, woraus sich die Fig. 18 bildet, welche durch ungleiches Wachsen der beiden Blastemmassen *A* und ***B*** in die Fig. 19 übergeht. Hiermit ist die Möglichkeit der Entwicke-

lung des ersten Schneekenganges gegeben. Das in der kreisförmigen Furche *n m* befindliche Blastem entwiekelt sieh nun fast in seiner ganzen Ausdehnung zum Blasteme des untersten Sehneekenganges. Es ist anfangs wie alle derartigen Blasteme eine ganz gleichförmige Masse, welche erst später in der weiter unten zu besehreibenden Weise in einen Canal sich umwandelt. Das Blastem des unteren Sehneekenganges beginnt sonaeh, Fig. 19, in der Zeiehnung bei dem Punkte *m*, geht von hier aus bogenförmig hinter die Ebene des Papiers immer der angezeigten Furehe folgend, zum Punkte *n* bis wieder zum Punkte *o* (Fig. 20), wo dann seine weitere Entwickelung vor sich geht. In der Frontansicht erseheint es zuerst deutlich bei dem Punkte *m* (Fig. 15), läuft hier in der grössten Peripherie des Blastems bis *n* und von da naeh *o*, wo es von der bisherigen Ebene leieht abbiegt, und sich in die übrige Blastemmasse spurlos verliert. Das Blastem *A* (Fig. 18, 19), an dessen äusserer Seite dieser erste Schneekengang entstanden ist, versehwindet nicht; seine Wände ossificiren später, im Innern aber bleibt es hohl und stellt dann im ausgewachsenen Zustande die Basis des sogenannten Modiolus dar. Diese Basis ist daher verhältnissmässig um so breiter, je jünger der Embryo ist; in der Periode von welcher nun die Rede ist, erseheint die Peripherie dieses Blastems einem weichen Knorpel noeh ähnlieh, der sieh nur unbedeutend durch seine geringere Durehsiehtigkeit von dem Blasteme des Sehneekenganges unterseheidet; das Innere des Blastems *A* dagegen ist mit gallertartiger Masse gefüllt.

Bald nach diesem ersten Bildungsvorgange zerfällt aueh das Blastem *B* (Fig. 19) in zwei andere Blastemmassen *C* und *D* (Fig. 21) und zwar abermals dureh eine senkrechte auf der Ebene des Papiers vor sich gehende Theilung, die mit der vorausgegangenen Furchung einen sehr spitzen Winkel einsehliesst. Von diesen neuen Blastemen bleibt *D* im Waehsen sehr zurück, und verkümmert bis auf wenige Reste; in die neue Furche biegt aber aueh das Blastem des ersten Schneekenganges ein, und kommt dadurch, wie dies bereits in der Figur 15 dargestellt worden ist, in eine andere Ebene zu liegen. Bei dem Punkte *o* (Fig. 20), hat der untere Schneckengang seine erste ganze Windung vollendet, und erhebt sich nun zur zweiten Windung.

Das Blastem *C* entwiekelt sich aber fort und fort, so dass es das Blastem *D* und das Blastem des Sehneekenganges bei *p* bald um ein Bedeutendes überragt (Fig. 22). Es spaltet sieh hierauf abermals

in einer senkrecht auf die Ebene des Papiers verlaufenden Richtung, woraus zwei neue Blastemmassen *E* und *F* mit der zwischen ihnen laufenden Furche *qr* (Fig. 23) entstehen. Diese letztgenannte Furche nun ist es, in welche sich das Blastem des Schneckenganges fortsetzt, und daher von dem Punkte *p* hinter die Ebene des Papiers nach *q* und bogenartig vor der Ebene des Papiers nach *r* verläuft. Hierdurch wird die zweite ganze Windung der Schnecke vollendet. Indem ein ähnlicher Spaltungsprocess sich auch im Blasteme *E* (Fig. 23), in gleicher Art wiederholt, bildet sich eine dritte, schräg aufsteigende Furche, in welche sich der dritte halbe Schneckengang fortsetzt; hiermit ist das Äussere in der Bildung des Schneckenganges vollendet, und die Schneckenwindungen mit ihren dazwischen liegenden Blastemmassen haben bei senkrechter Stellung des ganzen Hörkeimes die in der Figur 36 dargestellte Gestalt, in der man sich ohne Mühe orientiren wird.

Denkt man sich nun durch die ganze Schneckenblastemmasse Figur 24, eine Durchschnittsebene, welche in die Ebene des Papiers fällt, so werden die einzelnen Blastemhauptmassen mit den zwischen eingelagerten kleinern Blastemen nach der Natur gezeichnet sich in der Fig. 27 darstellen. Die Bezeichnungen dieser Figur sind zur leichteren Orientirung mit jenen der vorausgehenden Figuren congruent. Man sieht hier der Reihe nach die zwei grossen Blasteme *A*, *B*, um welche sich der ganze Schneckengang aufwindet, und welche um so kleiner werden, je weiter sie sich von der *Basis modioli* entfernen. Bei *m* und *n* erkennt man den Durchschnitt des ersten Schneckenganges, bei *o* jenen des zweiten. Während sich nun, wie bereits oben angegeben worden ist, der Innenraum von *A* zur *Basis modioli* umstaltet, wird das Blastem *B* mit den beiden Scheidewänden, welche seine Höhle von jener von *A* und *C* trennen, zur Columella; das Innere des letzten Blastems (Fig. 26), das nach dem Vorausgegangenen wieder in 2 Abtheilungen zerfallen ist, stellt dagegen den Scyphus dar. Ein Schneckendurchschnitt, der nach der Richtung *ab* (Fig. 21), geführt wird, hat in dieser Entwickelungsperiode die in der Figur 28 angegebene Gestalt, welche aus der Vergleichung mit den vorhergehenden Figuren leicht verständlich ist.

Der ganze Modiolus stellt daher anfangs eine Reihe von über einander gelagerten Höhlen dar, die mit einer gallertartigen Flüssigkeit vollgefüllt, und durch verhältnissmässig dicke Scheidewände von

einander geschieden sind; diese Höhlen sind relativ um so weiter, je weniger die Entwickelung des ganzen Gehörorganes im Allgemeinen und jene der Spiralgänge insbesondere vorgerückt ist. Umgeben wird die ganze Schnecke von mehreren einhüllenden Blastemlagen, und zwar ist die Zahl dieser Lagen (und mithin auch später der umgebenden Knochenlamellen) um so grösser, je weiter gegen die Spitze der Schnecke; — ein Umstand, der in der eben angegebenen Entwickelungsgeschichte seine vollständige Erklärung findet.

Der Eingang in die Spiralgänge der Schnecke, ist an der vordern Seite des Gehörkeimes bei dem Punkte *k* (Fig. 15), mithin eigentlich unterhalb des Pauckenblastems, dies stimmt mit der spätern Lage des dreieckigen Loches in so ferne überein, als dieses an dem untersten Theile der Pauckenhöhle in einer eigenen Vertiefung ausmündet. Der ***Porus acusticus internus*** ist anfangs sehr weit und kurz, d. h. er ist, wenn man in dem Blasteme Fig. 7 die äusserste Blastemschicht wegnimmt, nichts anderes, als ***O***, die Höhle des Blastems ***A*** selbst.

Im Innern der Spiralgänge erfolgt die weitere Ausbildung ganz in der bei anderen Canälen bereits hinreichend angegebenen Art. Der Spiralgang ist anfangs eine gleichmässige Blastemmasse, und daher wegen seiner grossartigen Durchsichtigkeit nur sehr schwer zu erkennen, später wird er zum Keime, d. h. es scheidet sich eine periphere Lage vom Inhalte aus. Der Inhalt spaltet sich allenthalben in zwei neue Blastemmassen, deren Höhlen sonach durch eine Scheidewand von einander getrennt sind, wie dies bei geringerer Vergrösserung bei *m* (Fig. 27), bei starker Vergrösserung bei (Fig. 29), dargestellt ist. Die einen solchen Querschnitt durchziehende Scheidewand wird später zur ***Lamina spiralis***, deren dreiseitige Form, was die ***Pars ossea*** betrifft, in der dreiseitigen Durchschnittsfigur bei *a* ihre Erklärung findet. Im Übrigen ist diese Scheidewand verhältnissmässig um so dicker, je weniger das ganze Gehörblastem in seiner Entwickelung vorgerückt ist, eine Sache, welche aus den bekannten Entwickelungsgesetzen gleichfalls mit Nothwendigkeit hervorgeht.

Dasselbe Entwickelungsgesetz beherrscht auch alle übrigen Theile, und ich bin überzeugt, dass Alles, wie z. B. ***Hamulus, Scyphulus*** u. s. f. aufs Befriedigendste nach demselben erklärt werden könnte, behalte mir aber die Detaillirung auf eine spätere Zeit vor.

Des Vorhofes wurde bisher kaum mehr als im Vorbeigehen Erwähnung gethan; ich werde einen Theil seiner Entwicklung mit jener des Pauckenblastems in den folgenden Zeilen abhandeln.

Der Raum, in dem sich der Vorhof bildet, hat, wie aus den bisherigen Beschreibungen zur Genüge hervorgeht, eine rundliche Form *A* (Fig. 6). Das Blastem, das sich in demselben bildet, nimmt gleichfalls diese Form an, und ist in der Fig. 30 bei *A* dargestellt. Dieses Blastem ist aber von jenem der Pauckenhöhle durch einen kleinen Raum *a b c d* getrennt, der in der horizontalen Ansicht Fig. 30, eine ungleich vierseitige Form, in dem Frontaufrisse dagegen die verjüngte Form des Raumes *m*, (Fig. 2, 31) darbietet. Durch ungleiche Entwickelung der beiden Blasteme *B* und *C* erhält derselbe eine etwas andere Form und eine schräge Lage (Fig. 31); seine Winkel verschwinden allmählich und es entsteht hieraus die Form (Fig. 32), und das in diesem Raume befindliche Blastem geht nun seiner Metamorphose entgegen. Der hinterste Theil dieses Raumes, nämlich *b c* (Fig. 30), bildet später die ***Fenestra ovalis***, deren Form im Frontaufrisse bei *b c* (Fig. 32) dargestellt ist. Um aus dem Pauckenraume zu dieser Fenestra zu gelangen, muss man sonach erst den engen Gang *a b c d* (Fig. 30) passiren, welcher gegen die ***Fenestra ovalis*** hin, wie es auch in der Zeichnung deutlich ist, sich etwas vergrössert, und gleichfalls eine trichterartige Form mit elliptischem Querdurchschnitte besitzt.

Ich werde mich bevor ich die Metamorphose des in dem Raume *a b c d* befindlichen Blastems untersuche, zur Entwickelung des bereits bekannten Pauckenblastems wenden, und stelle dieses in vergrössertem Massstabe allmählich in den zwei auf einander senkrechten Projectionen dar. Die Fig. 33 zeigt dieses Blastem zur Genüge in einem auf der Ebene des Papiers und nach der Linie *a b* (Fig. 33) geführten Schnitte. In dem anfangs noch homogenen Blasteme erfolgt wieder die bekannte Furchung und Muldenentwickelung, und die Figur 33 übergeht hierdurch in die Figur 35, die Figur 34 in 36.

Nach diesen verschiedenen Furchungen beginnen erst die weiteren Entwickelungen und die in diesen Furchen abgelagerten Blastemmassen erhalten bald eine selbstständige Gestalt.

Zuerst erscheint in der obersten Mulde *a* (Fig. 35) ein rundlicher Keim; dieser wird bald darauf knorplig, und stellt nach seiner Verknöcherung den Kopf des Hammers dar (Fig. 39); der

Randstreif *bc* (Fig. 37) dieses Blastems bildet später gleichfalls einen knorpligen Streif, der, vom Kopfe des Hammers beginnend, in Form eines Quadranten nach vorne und abwärts verläuft, bei *c* sich an einen Blastemstreif anschliesst, der in der Furche zwischen dem 1. und 2. Kiemenbogen hinzieht, und dadurch an die innere Seite des Unterkieferblastems zu liegen kommt, wie später noch auseinander gesetzt werden soll. Dieser ganze Knorpelstreif — ein grösstentheils hinfälliges Gebilde — ist in der Entwickelungsgeschichte unter dem Namen des Meckel'schen Fortsatzes bekannt.

Von dem Kopfe des Hammers setzt sich aber ferner ein Blastemstreif nach der Richtung der Furche *de* fort, (Fig. 37) in der Frontansicht, (Fig. 38) im Querschnitte nach der Linie *ab* (Fig. 33). Das Ende dieser Furche ist in der Höhe des Schnittes *c d* (Fig. 33), Dieser Blastemstreif verlängert sich auch nach der Richtung der Furche *mn* (Fig. 37, 35); nach der Verknorpelung bilden diese Blastemmassen *demn* den Hals und Handgriff des Hammers mit dem daran befestigten Fortsatze. Befreit man die Blastemmasse des Hammers von allen den andern in der Zeichnung behufs der Erklärung nöthigen Linien, so gibt er in der Frontansicht die Figur 39, an der man anfangs noch aufs Bestimmteste die einzelnen Abtheilungen erkennen kann; in der Seitenansicht zeigt er die Fig. 38, 40. So sind die ursprünglichen Formen des Hammers wie man sie in der That bei jungen Schafs-Embryonen mit leichter Mühe darstellen kann. Der auffallend lange Hals des Hammers ist embryonaler Typus.

Mit der Entwickelung des Hammers hängt auch jene des Paukenfelles innig zusammen; der Vorgang ist nachstehender:

Nimmt man den Profilschnitt des Gehörblastems, nachdem bereits die Bildung des Hammers erfolgt ist, so bietet es die eben bekannte Gestalt (Fig 38) dar, in welchem man das Hammerblastem *ade* zwischen zwei Blastemschichten eingetragen sieht. Diese beiden dünnen Blastemstrata *m n* (Fig. 36), sind es nun, welche sich in eine hautartige Lage umstalten, dadurch von den übrigen Blastemmassen abheben, und die beiden Blätter des Paukenfelles darstellen. So lässt sich nicht allein die Form des Paukenfelles mit der nabelartigen Vertiefung in der Mitte, sondern auch der Umstand mit voller Befriedigung erklären, dass die Handhabe des Hammers zwischen die beiden Blätter des Paukenfelles eingeschoben erscheint.

Aus der Entwickelungsgeschichte ist es ferner erklärt, dass der Kopf des Hammers das Pauckenfell überragt.

Mittlerweile ist im Innern des Pauckenblastems eine neue Blastemabgrenzung erfolgt, wodurch das Ganze die Fig. 41 angegebene Gestalt annimmt, welche eine Frontansicht darstellt, in der zur grösseren Verdeutlichung das Blastem des Hammerhalses mit seiner Handhabe ausgeblieben ist. Profilschnitte durch diese Blastemmassen sind in der Figur 45 dargestellt.

Das so neu entstandene Blastem *A* unterliegt wieder den bekannten Furchungen und es entstehen sonach die neuen Formen (Fig. 42), eine Frontansicht; Fig. 45, Profilschnitt von der hintern Seite des Gehörblastems aufgenommen. Das in den so entstandenen Furchen und Zwischenräumen entstandene Blastem entwickelt sich theilweise zu selbstständigen Gebilden und zwar: (Fig. 42 Frontansicht des Gehörblastems) das in dem Raume *abc* befindliche Blastem wird knorpelig und später knöchern; in diesem Zustande ist es dann der Ambos. Der Ambos eines sehr jungen Schaf-Embryos, hat genau die angegebene Form und erscheint im isolirten Zustande in der Figur 43, d. h. in der Figur des Raumes *abc*. Von *a* nach *b* läuft die obere Wurzel des Amboses; bei *b* erscheint eine Vertiefung, welche sich genau dem Kopfe des Hammers anschliesst, und später zur Gelenksfläche des Amboses wird; das Blastem *bc* wird zur absteigenden Wurzel des Amboses. An einem Profilschnitte erkennt man die übrigen Verhältnisse des Amboses. Er nimmt daselbst den dunkelgehaltenen Raum *abcd* (Fig. 45) ein; hat sonach von *a* bis *b* ein etwas grösseres knopfförmiges, nach innen eingebogenes Ende, steigt von *b* nach *c* einwärts vom Halse und Handgriffe des Hammers in fast senkrechter Richtung nach unten, biegt dann von *b* nach *c* und *d* ein, wo er sein unterstes Ende erreicht. Isolirt man das Blastem des Amboses von allen den in der Zeichnung störenden Linien, so erscheint es in der Seitenansicht anfänglich mit der in der Figur 46 abgebildeten Gestalt, später haben Hammer und Ambos in der Seitenansicht die Figur 47 — Formen, welche aus Präparaten von ganz jungen Schaf-Embryonen dargestellt sind; hierzu kommt noch das in dem Raume *c* (Fig. 45) abgelagerte Blastem. Es erhält allmählich eine rundliche Form, schmiegt sich dem untern Fortsatze des Amboses bei *d* genau an, und stellt nach seiner Verknöcherung das linsenförmige Bein dar.

Kleinere Formänderungen am Ambos treten noch in dieser Entwickelungsperiode auf. So wird von den beiden Ecken *a, b* (Fig. 46), in welche der Kopf des Amboses ausläuft, die eine bald bedeutend länger als die zweite, daher eine Seitenansicht des Ambosses, die in der Figur 47 dargestellte Gestalt erhält.

Zwischen dem eigentlichen Pauckenblasteme *m* und dem Vorhofsblasteme *a* (Fig. 30), ist aber noch ein kleiner, schmaler Raum, *abcd* übrig; das Blastem, welches diesen Raum ausfüllt, umwandelt sich bald in ein Knorpelblättchen, welches ganz die Gestalt dieses Raumes erhält. Es stellt später den Steigbügel dar. Der Steigbügel hat daher auch anfangs eine ungleich vierseitige Gestalt (Fig. 48) *abcd,* ist gegen die Vorhofswand hin breiter als gegen den Ambos, schliesst sich gegen den Vorhof, an die in der ***Fenestra ovalis*** liegende Fussplatte *ef,* ist im Allgemeinen breiter als dick, und hat daher, auch von der Seite betrachtet, die Form (Fig. 50).

Der Steigbügel besteht daher ursprünglich keineswegs aus zwei durch einen Zwischenraum von einander getrennten Schenkeln, sondern ist eine homogene Knorpelmasse, die erst nach und nach in ihrer Mitte eine anfangs kleine, dann immer grösser werdende Öffnung zeigt (Fig. 49), bis sie endlich ihre bleibende Form erhält. Der Unterschied der Form und Länge der beiden Schenkel kommt auf Rechnung der ungleichen Entwickelung der beiden Blasteme ***B*** und *C* (Fig. 30), zwischen denen sich das Steigbügelblastem entwickelt.

Mit der veränderten Richtung der ***Fenestra ovalis*** ändert auch der Steigbügel in etwas seine Lage; seine Fläche, die in der Zeichnung in der Ebene des Papiers liegend, gedacht werden muss, nimmt allmählich eine kleine Neigung an, und dacht nach hinten zu etwas ab.

Aus dieser Entwickelungsgeschichte ist ferner ersichtlich, dass der Steigbügel in einer kleinern Vertiefung liegt, die er um so mehr ausfüllt, je jünger der Embryo ist.

Die Fussplatte des Steigbügels entwickelt sich wieder getrennt vom Steigbügelblasteme. Sie ist aus jenem Blasteme hervorgegangen, welches den Raum *bc* (Fig. 31), mithin das künftige ovale Fenster erfüllt. Nach Abrundung der Ecken dieses Raumes erhält nun das Fussplattblastem die Form dieses Raumes *bc* (Fig. 32), und zeigt daher, wenn man es isolirt, was sehr leicht geschehen kann, die

Form (Fig. 51). Erst später verwächst es fest mit dem Blasteme des Steigbügels.

Um alle diese so eben gebildeten Theile herum, befindet sich noch unverwendetes Plasma in Form einer gallertigen Masse, die erst später verschwindet.

Der Pauckenfellring ist ein Gebilde der frühesten Zeit. Er ist jener Blastemstreif *abc* (Fig. 52), welcher um das ganze Pauckenblastem nach der ersten Furchung herumläuft. Aus der Entwickelungsgeschichte ist seine Unterbrechung von *a* nach *c* erläutert.

Über die weitere Entwickelung des Vorhofes fehlen mir Beobachtungen, doch erinnert die *Crista pyramidalis* nur zu deutlich an eine Furchungsmulde, als dass man einen Augenblick über ihre Entstehung aus einer solchen im Zweifel sein könnte. Die ganze Entwickelung wird daher auf dem bisher betretenen Wege zu verfolgen sein.

Die Neigung, welche die Pauckenhaut sowohl gegen die Horizontalebene, als auch gegen die senkrechte Mittelebene des Kopfes darbietet, ist erst ein Ergebniss späterer Vorgänge; nämlich eines ungleich stärkern Wachsens der hinter und über dem Gehörblasteme liegenden Hirntheile, wodurch die Pauckenmembrane eben aus der ursprünglichen renkrechten Lage gedrängt wird.

Die Communication mit der Rachenhöhle ist anfangs kaum mehr als eine spaltartige Öffnung zwischen dem Pauckenkeime und dem Schneckenkeime; die Eustachische Trompete ist das Ergebniss einer viel spätern Bildung; ich habe darüber jedoch keine besondere Untersuchung angestellt. — Der Fallopische Canal im Schläfenbeine ist gleichfalls nichts anderes, als eine durch Blastemfurchung entstandene Spalte in dem Gehörkeime; ich habe ihn übrigens bei meinen Untersuchungen nicht weiter berücksichtiget, da seine Entwickelungstheorie wohl zu den einfachsten gehört, und bei einigem Nachdenken nicht die geringsten Schwierigkeiten bieten wird. — Welche Bewandtniss es mit dem Schläfe- und Warzenbeine hat, werde ich später auseinander setzen können.

Man sieht aus dem Ganzen, dass die Entwickelung des Gehörorganes mit der Entwickelung des ersten Kiemenbogens wenig gemein hat; namentlich die Gehörknöchelchen bleiben bei der Entwickelung dieses Bogens völlig unberührt, und sind auch keine Producte der Metamorphosen dieses Bogens.



Aus d. k. k. Hof u. Staatsdruckerei.



Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. XI Bd. 5 Heft. 1853.

Nur der Meckel'sche Fortsatz des Hammers gehört dem ersten Kiemenbogen an. — Doch davon später.

Ist schon die Theorie der Entwickelung des Gehörorganes schwer aufzufinden, so sind die numerischen Nachweise noch ungleich schwieriger zu geben, als in andern Gebilden. Der Grund hiervon liegt darin, dass die Abgrenzung der eigentlichen Organtheile von dem blossen Ausfüllungsstoffe weder histiologisch noch physikalisch deutlich genug in den ersten Stadien hervortritt, um zu genauen Messungen benützt werden zu können; Baustoff und Ausfüllungsstoff ist gleich durchsichtig oder gleich undurchsichtig; beides ein gleich grosses Hinderniss für Messungen.

Ich bin daher arm an eigentlichen numerischen Beweisen, glaube jedoch die wenigen, die ich benützen kann, mittheilen zu sollen.

Gemessen wurde ein Querschnitt des Schneckenbeines von der Form (Fig. 27, 28). Es betrug der ganze Durchmesser $ab = 328{\cdot}0$; der Innenraum $cd = 270$; die zwischen durchziehende Scheidewand $ef = 35$. Bedeuten nun A, B und C wie bisher immer die (doppelte) Dicke der Aussenwand, die doppelte Dicke der Innenwand und den Durchmesser des Markraumes des ursprünglichen Keimes, so ist, wie bekannt, $A = \frac{ab - 1}{3} = 109{\cdot}0$, folglich $B = 110{\cdot}0$ und $C = 109{\cdot}0$ und hieraus folgt $C + B + \frac{A - 1}{2} = 273{\cdot}0 = cd$; und $\frac{C - 1}{3} = 36{\cdot}0 = ef$, wie gefordert wurde.

In einem anderen Falle wurde bloss die Dicke der Wand der Schnecke zur Grösse des Lumens gemessen: Es betrug (Fig. 6) $ab = 732{\cdot}0$, $cd = 669.0$. Hier ist $A = 243{\cdot}6\,..$, $B = 244{\cdot}6\,..$ $C = 243{\cdot}6$ und hieraus $C + B + 3\left(\frac{A - 1}{4}\right) = 670{\cdot}18$.

Bei einer an ihrer Basis durchschnittenen Bogenröhre, war die ganze Breite $ab = 772{\cdot}5$, das Lumen $cd = 257$. Es ist aber $\frac{ab - 1}{3} = C = 257{\cdot}166\,.. = cd$.

Bei einzelnen Gängen ist die Sache leichter. Ich habe hier folgende Fälle mitzutheilen:

1. Bogengang: Ganzer Durchmesser $ab = 261{\cdot}0$; Durchmesser des Lumens $cd = 84{\cdot}66$. Daher $\frac{ab - 1}{3} = A = 86{\cdot}6\,..$, $B = 87{\cdot}6$; $C = 86{\cdot}6 = ef$.

2. Bogengang. $ab = 130{\cdot}5$; $cd = 60{\cdot}75$; daher $\frac{ab-1}{3} = 42{\cdot}8 = C = B$; $A = 43{\cdot}8$, mithin $C + \frac{B-1}{2} = 63{\cdot}7 = cd$.

3. Bogengang $ab = 160$; Lumen $cd = 80{\cdot}75$; daher $\frac{ab-1}{2} + 1 = 80{\cdot}5 = cd$.

4. Bogengang $ab = 280$; Lumen $cd = 140 = \frac{ab}{2}$.

5. Ein Bogengang im Verhältnisse zur Dicke der Keime, zwischen denen er liegt $ab = 312$; $cd = 105{\cdot}0$; folglich (für $n = 3$) $A = 103{\cdot}66$; $B = 103{\cdot}66$; $C = 104{\cdot}6 = cd$.

6. Ein querdurchschnittener Schneckengang (Fig. 29), $ab = 143{\cdot}5$; $cd = 98{\cdot}0$, $ef = 21{\cdot}5$; hieraus folgt (für $n = 3$) $A = 47.5$; $B = 48{\cdot}5$; $C = 47{\cdot}5$; folglich $\frac{C-1}{2} = 23{\cdot}25 = ef$ $C + B = 96 = cd$.

7. Ein noch nicht getheilter Schneekengang: ganzer Durchmesser $ab = 111$; Lumen $cd = 53{\cdot}5$; hieraus $\frac{ab-1}{2} = 55{\cdot}0 = cd$.

An dem Steigbügel sind Messungen wegen der minder regelmässigen Form nicht mit der Genauigkeit zu machen, welche für Rechnungen wünschenswerth und nothwendig ist; Hammer und Ambos, als blosse Ausfüllungsorgane, eignen sich gleichfalls nicht zu derartigen Untersuchungen, ich muss mich daher auf die wenigen Fälle beschränken, welche ich oben angeführt habe.

Ricerche sul Veleno della Salamandra Maculata

comunicate dal **Dr. Giuseppe Albini**,
Assistente alla Catedra di Fisiologia ed Anatomia Sublime all' I. R. Università di Vienna.

(Vorgelegt von dem w. M., Herrn Prof. Brücke.)

Verso la metà di Settembre del corrente anno venne regalato questo Laboratorio di Fisiologia d'alcune belle e vigorose Salamandre maculate d'ambo i sessi. Il mio Maestro Prof. Brücke trovatosi ricco di tanto materiale incorragiommi a ripetere ed estendere le osservazioni già fatte dai Sig^{ri.} Pierre Gratiolet et S. Cloez [1]) nell'intento di provare la forza venefica dell'umor bianco che la Salamandra secerne da alcune ghiandole sottocutanee.

---

[1]) Ved. Compt. rend. pag. 592. 1851.